



REPUBLIK INDONESIA
KEMENTERIAN HUKUM DAN HAK ASASI MANUSIA

SURAT PENCATATAN CIPTAAN

Dalam rangka perlindungan ciptaan di bidang ilmu pengetahuan, seni dan sastra berdasarkan Undang-Undang Nomor 28 Tahun 2014 tentang Hak Cipta, dengan ini menerangkan:

Nomor dan tanggal permohonan : EC00201848106, 4 Oktober 2018

Pencipta

Nama : (1) Dr. Ir. Damat, M.P (2) Dr. Ir. Anas Tain, M.M (3) Rahmad Pulung Sudibyo, S.P., M.P (4) Dr. Rahmad Wijaya, M.M (5) Dr. Ir. Elfi Anis Saati, M.P (6) Desiana Nuriza Putri, S.TP., M.Sc
Alamat : Jl. Sumber Darmi RT.001 RW.001, Kelurahan Tlekung, Kecamatan Junrejo, Batu, Jawa Timur, 65327
Kewarganegaraan : Indonesia

Pemegang Hak Cipta

Nama : UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH MALANG
Alamat : Jalan Raya Tlogomas No. 246, Malang, Jawa Timur, 65144
Kewarganegaraan : Indonesia
Jenis Ciptaan : Buku
Judul Ciptaan : Seri Buku Teknologi Tepat Guna Teknik Pembuatan Roti Manis Fungsional
Tanggal dan tempat diumumkan untuk pertama kali di wilayah Indonesia atau di luar wilayah Indonesia : 2 Desember 2017, di Malang
Jangka waktu perlindungan : Berlaku selama 50 (lima puluh) tahun sejak Ciptaan tersebut pertama kali dilakukan Pengumuman.
Nomor pencatatan : 000119706

adalah benar berdasarkan keterangan yang diberikan oleh Pemohon.
Surat Pencatatan Hak Cipta atau produk Hak terkait ini sesuai dengan Pasal 72 Undang-Undang Nomor 28 Tahun 2014 tentang Hak Cipta.



a.n. MENTERI HUKUM DAN HAK ASASI MANUSIA
DIREKTUR JENDERAL KEKAYAAN INTELEKTUAL

Dr. Freddy Harris, S.H., LL.M., ACCS.
NIP. 196611181994031001

**SERI BUKU
TEKNOLOGI TEPAT GUNA**

Oleh:

Dr.Ir. Damat, MP
Dr.Ir. Anas Ta'in, MM
Rahmad Pulung Sudibyo, SPMP
Dr. Rahmad Wijaya, MM
Dr. Ir. Elfi Anis Saati, MP
Desiana Nuriza Putri, S.TP, M.Sc



TEKNIK PEMBUATAN ROTI MANIS FUNGSIONAL

**JURUSAN ILMU DAN TEKNOLOGI PANGAN
FAKULTAS PERTANIAN-PETERNAKAN
AGUSTUS 2017**

SERI BUKU TEKNOLOGI TEPAT GUNA

TEKNIK PEMBUATAN ROTI MANIS FUNGSIONAL

@2017 Universitas Muhammadiyah Malang

Cetakan Pertama Agustus 2017

Hak Cipta dilindungi Undang-undang

All Right Reserved

Penulis

Dr.Ir. Damat, MP

Dr.Ir. Anas Ta'in, MM

Rahmad Pulung Sudibyo, SP,MP

Dr. Rahmad Wijaya, MM

Desiana Nuriza Putri, S.TP.,M.Sc

Editor Isi

Dr.Ir. Elfi Anis Saati, MP

Diterbitkan oleh:

UMM Press Universitas Muhammadiyah Malang

Jl. Raya Tlogomas No. 246 Malang 65144

Telp. 0341-464318, Fax. 0341-460782

V+ 30 hal, 14,5x21 cm

ISBN: 978-979-288-3

*Dilarang mengutip dan memperbanyak tanpa izin tertulis dari
penerbit, sebagian atau seluruhnya dalam bentuk apapun.*

KATA PENGANTAR

Assalammu'alaikum wr wb.

Puji syukur kita atas kehadiran Allah SWT, Dzat yang Maha Cipta, serta Dzat yang Maha Kuasa sehingga dengan kekuasaanyalah Buku Seri Teknologi Tepat Guna dengan judul **“Teknik Pembuatan Roti Manis Fungsional”** dapat penulis selesaikan. Dengan selesainya buku ini, penulis mengucapkan banyak terima kasih kepada yang terhormat:

1. Bapak Direktur Riset dan Pengabdian Masyarakat, Kementrian RisetDikti atas kesempatan dan dukungan pendanaan yang telah diberikan selama ini.
2. Bapak Rektor atas dukungan yang telah diberikan untuk menyelesaikan buku ini.
3. Bapak Direktur dan Wakil Direktur Direktorat Penelitian dan Pengabdian kepada Masyarakat beserta jajarannya yang telah memberikan dukungan bagi penulis untuk mendapatkan Skim IbIKK.

Roti manis merupakan salah jenis makanan yang sangat populer bagi masyarakat di Indonesia. Bahan utama untuk pembuatan roti adalah tepung terigu yang bersal dari gandum. Akan tetapi sungguh ironis, karena sampai saat ini gandum 100% masih impor. Berdasarkan data APINDO (2014), bahwa saat ini negara Indonesia sudah menjadi mengimpor kedua setelah Mesir, dan diprediksi bahwa 5 tahun lagi Negara kita akan menjadi pengimpor gandum terbesar di Dunia.

Disamping itu, penyakit degeneratif merupakan jenis penyakit yang banyak dialami oleh sebagian penduduk di dunia, termasuk di Indonesia. Beberapa jenis penyakit degenaratif yang sangat ditakuti antara lain adalah kanker kolon, diabetes, dan stroke. Penyakit ini dapat dicegah atau dikurangi antara lain dengan pengaturan diet yang tepat. Salah satu cara adalah dengan mengkonsumsi makanan yang

mengandung pati tahan cerna (*resistan starch*). Hasil penelitian diketahui pati termodifikasi diketahui dapat mencegah kanker kolon, bersifat hipoglikemik dan hipokolesterolemik. Bertolak dari persoalan tersebut menarik, melalui **Program IbIKK**, Kemenristek Dikti, telah dikembangkan roti manis dengan substitusi pati garut termodifikasi yang kaya pati resisten.

Penulis menyadari bahwa buku ajar ini masih jauh dari sempurna, oleh karena itu kritik dan saran dari para pembaca sangat kami harapkan.

Malang, Agustus 2017
Wassalam

Penulis

DAFTAR ISI

	<u>Hal</u>
KATA PENGANTAR	iii
DAFTAR ISI	v
DAFTAR GAMBAR	vi
I. PENDAHULUAN	1
II. MODIFIKASI PATI GARUT DENGAN	5
III. BAHAN ROTI MANIS FUNGSIONAL.....	11
IV. TEKNOLOGI PROSES PEMBUATAN ROTI MANIS.....	17
V. MENGHITUNG KEBUTUHAN BAHAN	26
VI. PENUTUP	34
Daftar Pustaka	35

DAFTAR GAMBAR

	<u>Hal</u>
Gambar 1 Diagram Alir Proses Modifikasi Pati Garut.....	9
Gambar 2 Diagram Alir Pembuatan Roti Manis.....	18
Gambar 3. Foto fermentasi awal adonan setelah proses pencampuran bahan	19
Gambar 4. Potongan melintang roti manis	20
Gambar 5. Adonan roti tawar yang baru dikeluarkan dari prover dan siang untuk dilakukan pembakaran	23
Gambar 6. Roti tawar yang baru dikeluarkan dari oven ...	23
Gambar 7. Adonan roti manis yang baru dikeluarkan dari prover dan siang untuk dilakukan pembakaran	24
Gambar 8. Roti manis yang baru dikeluarkan dari oven ..	24
Gambar 9. Roti manis dan donat	25

DAFTAR TABEL

	<u>Hal</u>
Tabel 1. Komposisi Kimia Tepung Terigu.....	10

I. PENDAHULUAN

Umbi garut (*Marantha arundinacea* Linn) tumbuh di wilayah iklim tropis, diketahui memiliki potensi yang besar untuk bahan pangan. Umbi garut dapat diproses menjadi pati garut yang dapat digunakan sebagai bahan makanan pengganti tepung terigu dan beras. Produksi umbi garut berkisar antara 7,5–45 ton per hektar atau setara dengan 1,3–7,8 ton pati per hektar. Umbi garut mengandung pati 10-20% (Rukmana, 2000).

Pati alami dari berbagai sumber pada umumnya memiliki sifat-sifat yang kurang menguntungkan, sehingga akan membatasi penggunaannya di dalam aplikasinya pada produk-produk pangan. Sifat-sifat dimaksud antara lain (i) viskositas dan kemampuan membentuk gel yang tidak homogen, (ii) tidak tahan pada pemanasan suhu tinggi, (iii) tidak tahan pada kondisi asam, (iv) tidak tahan terhadap proses mekanis dan (v) mudah mengalami sineresis. Karena itu agar pati dapat diaplikasikan secara luas, maka perlu dilakukan perbaikan sifat fisik dan kimianya. Menurut Wang dan Wang, (2001); dalam Lawal, (2004), perbaikan sifat fisik dan kimia pati dapat dilakukan dengan cara modifikasi pati.

Modifikasi pati dapat dilakukan dengan 4 cara (Cereda *et al.*, 2003), yaitu (i) modifikasi secara fisik (pregelatinisasi), (ii) modifikasi secara kimiawi (modifikasi asam, oksidasi, eterifikasi, esterifikasi, dan *crosslinking*, (iii) modifikasi secara enzimatik dan (iv) kombinasi dari cara tersebut di atas. Menurut Bentacur *et al.*, (1997) dan Xu *et al.*, (2004) modifikasi pati dapat memperbaiki karakteristik fisik dan kimia, seperti meningkatkan stabilitas pati terhadap kemungkinan terjadinya sineresis, meningkatkan resistensi pati terhadap proses retrogradasi dan akan memperbaiki kejernihan pasta pati dengan derajat substitusi (DS) yang rendah.

Pati yang dimodifikasi secara kimiawi dengan derivatisasi selanjutnya disebut pati termodifikasi. Sejak tahun 1970-an hingga saat ini telah banyak dilakukan penelitian tentang modifikasi pati. Akan tetapi pada umumnya penelitian tersebut hanya difokuskan pada upaya untuk memperbaiki sifat fisik dan kimia pati saja. Disisi yang lain sesungguhnya modifikasi pati tidak hanya dapat memperbaiki sifat fisik dan kimia pati saja akan tetapi juga memiliki potensi yang besar untuk memberikan efek fisiologis yang menguntungkan bagi kesehatan inang yang mengkonsumsinya.

Modifikasi pati secara kimiawi merupakan salah satu proses modifikasi yang hingga saat ini banyak digunakan. Salah satu proses modifikasi secara kimia adalah esterifikasi. Walaupun penelitian tentang esterifikasi pati sudah cukup lama dilakukan akan tetapi penelitian tentang esterifikasi pati garut dengan butirat anhidrida hingga saat ini belum pernah dilakukan. Esterifikasi untuk mendapatkan pati asetat dan pati oktenil suksinat dapat dilakukan dengan mereaksikan pati tapioka masing-masing dengan asetat anhidrida (Haryadi dan Kuswanto, 1997) dan oktenil suksinat anhidrida (Bao *et al*, 2003). Oleh sebab itu sangat mungkin sintesis pati butirat dilakukan dengan menggunakan butirat anhidrida, dan dengan demikian penelitian kearah tersebut menarik untuk dilakukan.

Menurut Clark (2002), terdapat beberapa faktor yang berpengaruh terhadap kecepatan reaksi kimia, termasuk reaksi esterifikasi pada pati, antara lain (i) konsentrasi reaktan, (ii) pH, (iii) lama reaksi, (iv) temperatur dan (v) jenis pati. Namun demikian setiap jenis pati pada umumnya memberikan respon yang berbeda-beda terhadap faktor-faktor tersebut, karena setiap jenis pati memiliki karakteristik tertentu. Karena itu perlu dikaji lebih jauh faktor-faktor tersebut berpengaruh terhadap proses sintesis pati-garut butirat.

Pati termodifikasi memiliki ciri lebih sulit dicerna oleh enzim karena perubahan struktur beberapa satuan glukosa pada molekul pati (Haryadi, 2003). Pati tahan cerna atau *resistant starch* (RS) secara gizi memiliki kelebihan dapat lolos pencernaan dalam usus halus, dan berfungsi sebagai substrat untuk kehidupan mikroflora di dalam kolon (Damat, 2013). Menurut Sajilata *et al.*, (2006), RS termasuk salah satu prebiotik. Karena itu pati termodifikasi dapat dimanfaatkan sebagai makanan prebiotik untuk menjaga kesehatan usus. Produk fermentasi karbohidrat tak tercerna termasuk RS adalah asam lemak rantai pendek (*Short Chain Fatty Acids* = SCFA), terutama asam asetat, asam propionat dan asam butirat. Menurut Cummings dan Bingham, (1987) asam butirat diketahui dapat mencegah kanker kolon karena kemampuannya menekan pertumbuhan sel abnormal. Oleh karena itu upaya untuk meningkatkan konsentrasi asam butirat di dalam kolon merupakan bahan kajian yang menarik untuk dilakukan. Di dalam penelitian ini proses sintesis pati-garut butirat dengan menggunakan butirat anhidrida dimaksudkan untuk meningkatkan konsentrasi butirat di dalam kolon. Sampai saat ini proses esterifikasi pati butirat telah dilakukan oleh Annison *et al.*, (2003) dengan menggunakan pati jagung. Hasil penelitian menunjukkan bahwa penggunaan pati butirat dari pati jagung dapat meningkatkan konsentrasi asam butirat di dalam kolon hewan coba bila dibandingkan dengan menggunakan pati asetat maupun pati propionat dari pati jagung. Namun demikian di dalam penelitian tersebut belum dikaji lebih jauh mengapa penggunaan pati butirat dari pati jagung dapat meningkatkan konsentrasi asam butirat di dalam kolon. Untuk itu maka di dalam penelitian ini juga akan dikaji lebih jauh tentang penyebab meningkatnya konsentrasi asam butirat di dalam kolon dari hewan coba.

Pati termodifikasi (*resistant starch*, RS) selain memberikan efek dapat mencegah terjadinya kanker kolon juga dapat

memberikan efek hipoglikemik dan hipokolesterolemik. Produk-produk pangan yang mengandung RS dicerna secara lambat sehingga akan berimplikasi pada kontrol glukosa darah. Metabolisme RS terjadi 5–7 jam setelah makan. Hal ini berbeda dengan bila mengkonsumsi produk pangan yang tidak mengandung RS yang pada umumnya segera dicerna begitu produk tersebut dikonsumsi. Proses metabolisme yang terjadi 5 – 7 jam setelah makan secara nyata dapat mereduksi glikemia postprandial dan insulinemia (Raben *et al.*, 1994; Reader *et al.*, 1998; dalam Sajilata *et al.*, 2006). Menurut Dumat (2008), pemberian pakan tikus dengan pati resisten dari pati garut butirat terbukti efektif menurunkan kadar gula darah dan juga dapat menurunkan kadar kolesterol hewan coba.

Bertolak dari permasalahan tersebut di atas, maka di dalam penelitian ini akan difokuskan pada 4 hal, yaitu (i) mempelajari faktor-faktor yang berpengaruh terhadap optimasi sintesis pati-garut butirat, terutama pH suspensi, lama reaksi dan konsentrasi butirat anhidrida dalam kaitannya dengan derajat substitusi (DS) pati-garut butirat, (ii) mempelajari karakteristik pati-garut butirat, (iii) mempelajari efek fisiologis pati garut butirat dan (iv) mempelajari deesterifikasi butirat dari pati-garut butirat.

II. MODIFIKASI PATI GARUT

2.1. Pati Garut

Tanaman garut secara umum (Internasional) disebut *Arrowroot*, artinya tumbuhan yang mempunyai akar rimpang (umbi) berbentuk seperti busur tanah. Nama ilmiah garut adalah *Maranta arundinacea* Linn, famili *Marantacea*. Di Indonesia tanaman garut dikenal dengan banyak nama tergantung pada daerah asalnya. Misalnya disebut sagu betawi atau sagu belanda, ubi sagu, arerut atau arirut (Melayu); angkrik, arus, irut, jelarut, larut, erut (Jawa); larut atau patat sagu (Sunda) ; arut atau larut (Madura) ; Hudasula (Ternate).

Tanaman garut (*Marantha arundinacea* Linn) dapat tumbuh di bawah naungan di wilayah tropis. Tanaman garut dapat tumbuh dan berkembang dengan baik di bawah tegakan tanaman bambu, tanaman kopi, alpukat dan jenis tanaman tahunan lainnya. Umbi garut dapat diproses menjadi pati garut yang dapat digunakan sebagai bahan baku industri makanan. Produksi umbi garut berkisar antara 7,5–45 ton per hektar atau setara dengan 1,3–7,8 ton pati per hektar (Rukmana, 2000). Oleh sebab itu jika garut di tanam di lahan perkebunan dan hutan, menjanjikan sebagai penyedia pangan yang sangat potensial.

Prospek pengembangan usaha tani (agribisnis) umbi garut cukup cerah. Umbi garut dapat menghasilkan 30 ton per hektar, jauh lebih besar bila dibandingkan dengan produksi padi yang hanya dapat menghasilkan gabah sebanyak 6 ton per hektar. Rendemen patinya berkisar antara 6 – 18 persen.

Umbi garut mengandung pati 10-20 %, air 30-50 %, protein 2-5 %, lemak 0,1-0,3 % (Sugiyono, *et al.*, 2012). Pati garut berbentuk granula yang bentuk dan ukurannya berbeda-beda tergantung dari sumbernya. Granula pati garut mempunyai

ukuran diameter 50 sampai 70 mikrometer, rata-rata 30 mikrometer dengan bentuk bulat telur dan bulat terpotong. Pati garut mengandung amilosa sebanyak 20%. Pati garut memiliki suhu gelatinisasi 66,7° C, waktu gelatinisasi 24 menit dan dengan suhu gelatinisasi 71,25°C, lebih rendah dari suhu gelatinisasi, waktu gelatinisasi dan suhu gelatinisasi puncak dari pati ubijalar, pati ganyong dan kentang.

2.2. Teknik Modifikasi Pati Garut

Pati dimasak pada suhu pemasakan kemudian dikeringkan dengan dilewatkan di *drum dryer*. Pati modifikasi yang dihasilkan dapat larut dalam air dingin sehingga cocok digunakan untuk makanan instan (Koswara, 2012). *Hydrothermal treatment* merupakan salah satu teknik modifikasi pati secara fisik melalui pengaturan kadar air dan suhu. Modifikasi melalui HT terbagi menjadi HMT (*Heat Moisture Treatment*) dan *annealling*:

a. HMT (*Heat Moisture Treatment*)

Granula pati (yang telah diketahui kadar airnya) ditambahkan air sampai kadar airnya <35% (w/w) dan diseimbangkan (*equilibrium*) kadar air pati tersebut selama kurun waktu tertentu (15 menit-16 jam). Kemudian dipanaskan pada kisaran suhu (84-120°C) atau di bawah suhu gelatinisasi pati yang dimodifikasi. Pati HMT kemampuan pembengkakan granula dan pelepasan amilosanya menurun, peningkatan suhu gelatinisasi pati dan viskositas pasta pati, stabilitas pati pada suhu tinggi meningkat, serta meningkatkan kemampuan retrogradasi (Chung *et al.*, 2008).

b. *Annealling*

Annealling merupakan salah satu teknik modifikasi pati secara fisik menggunakan air dan panas (HT) dengan cara

mempertahankan pati dengan kadar air sekitar 40-60% (w/w) pada suhu di bawah suhu gelatinisasi pati tapi di atas suhu transisi gelas selama periode waktu tertentu. Pati modifikasi yang dihasilkan dari metode ini memiliki sifat suhu gelatinisasi yang semakin meningkat, viskositas pasta pati meningkat, dan meningkatkan kemampuan retrogradasi pati (Chung, *et al.*, 2008).

c. Autoclaving - Cooling Cycling Treatment

Metode ini dilakukan untuk meningkatkan kadar pati resisten sampai 9% dengan memanfaatkan sifat gelatinisasi dan retrogradasi pada pati. Cara yang digunakan adalah memanaskan suspensi dalam air sampai granulanya membengkak (*swelling*), selanjutnya digelatinisasi menggunakan *autoclave* kemudian didinginkan dan disimpan pada suhu refrigerasi. Semakin banyak pengulangan autoclaving-cooling, maka kadar pati resisten semakin meningkat (Sajilata *et al.*, 2006).

2.3. Alat dan bahan yang diperlukan

Alat yang digunakan dalam proses modifikasi ini meliputi timbangan analitik, autoclap, panic, refrigerator dan oven. Bahan yang diperlukan antara lain adalah umbi garut (*Marantha arundinaceae*) dan bahan-bahan pendukung lainnya. Ubi garut yang telah dipanen pada umur lebih dari 10 bulan, kemudian dibersihkan dari tanah yang menempel, kemudian dilakukan pengupasan selaput coklat yang melapisi umbi garut selanjutnya dicuci menggunakan air mengalir. Penghancuran garut dilakukan menggunakan blender dengan perbandingan air (1:3,5 (b/v)).

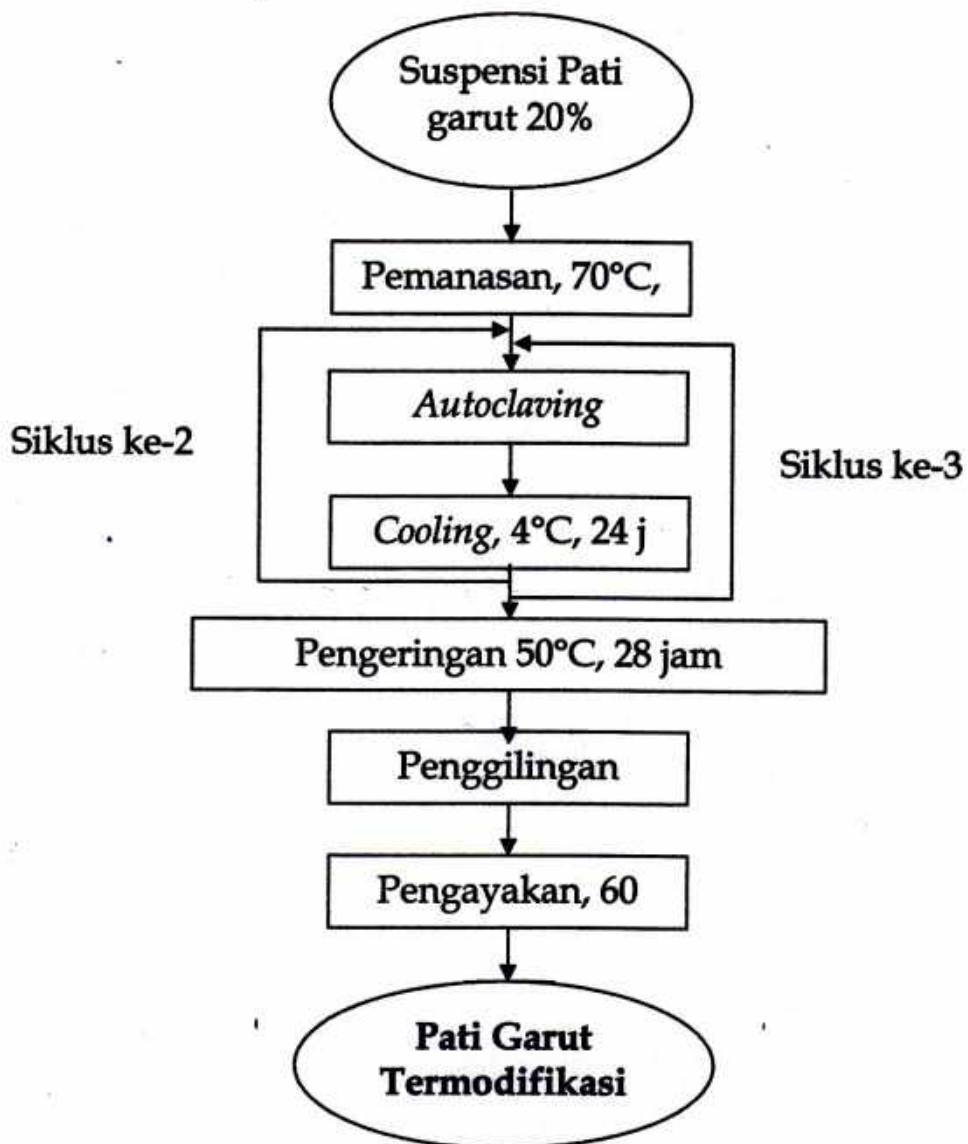
Bubur garut yang diperoleh selanjutnya disaring menggunakan kain saring. Kemudian ampas garut ditambahkan air dengan jumlah yang sama seperti sebelumnya. Cairan yang diperoleh selanjutnya diendapkan selama 2 jam. Endapan pati

yang diperoleh selanjutnya dikeringkan dalam loyang menggunakan suhu *cabinet dryer* 50°C. Waktu yang dibutuhkan untuk pengeringan pati garut tergantung pada ketebalan endapan pati yang diletakkan dalam loyang. Pati garut yang telah kering, selanjutnya diblender lalu diayak menggunakan saringan berukuran 80 mesh. Kemudian dilakukan analisa yang meliputi kadar air, kadar abu, kadar protein, kadar lemak, kadar karbohidrat, kekuatan gel, kejernihan pasta, pengukuran granula pati, densitas kamba, densitas padat, daya serap air, daya serap minyak, viskositas panas, viskositas dingin, dan derajat putih.

2.4. Proses Pembuatan Pati Garut Termodifikasi

Pati garut yang dihasilkan selanjutnya dimodifikasi sesuai perlakuan yang ditetapkan, diagram alir pembuatan pati garut termodifikasi dapat dilihat pada Gambar 1. Adapaun tahapan prosesnya adalah sebagai berikut.

Suspensi pati garut 20% (b/v) dipanaskan sampai suhu 70°C dan mempertahankannya pada suhu tersebut selama 10 menit. Pasta pati dimasukkan ke dalam loyang dan memanaskannya menggunakan *autoclave* sampai bersuhu 121°C, dan mempertahankan waktu gelatinisasinya selama 20, 40, dan 60 menit sesuai perlakuan. Kemudian didinginkan dalam suhu kamar selama 2 jam, selanjutnya didinginkan pada suhu 4°C selama 24 jam. Setelah itu dilakukan pengeringan menggunakan *cabinet dryer* bersuhu 50°C selama 28 jam. Setelah kering, dilakukan penghancuran lembaran pati



Gambar 1. Diagram alir proses modifikasi pati garut

modifikasi kering menggunakan blender kering, kemudian melakukan pengayakan menggunakan saringan berukuran 80 mesh, dan dihitung rendemen yang dihasilkan.

Pada proses pengadaan pati garut termodifikasi dengan cara gelatinisasi-retrogradasi dengan tidak menggunakan dua dan tiga siklus karena kedua metode tersebut memiliki beberapa kelemahan. Beberapa kelemahan yang dimaksud antara lain adalah rendemennya lebih rendah dan secara teknis proses penepungan kembali juga lebih sulit dilakukan, sehingga dinilai

kurang ekonomis bila dibandingkan dengan dengan menggunakan satu siklus.

III. BAHAN ROTI MANIS FUNGSIONAL

Bahan dalam pembuatan roti terdiri dari bahan utama dan bahan penambah rasa/pelembut. Bahan utama antara lain tepung terigu, pati garut termodifikasi, air, ragi (*yeast*) dan garam, sedangkan bahan penambah rasa dan pelembut antara lain gula, susu, lemak dan telur. Bahan tambahan lain dalam pembuatan roti adalah bahan peningkat mutu (*bread improver*), bahan isian atau *filling* (coklat, keju, daging, pisang), serta bahan penambahan khusus (semolina, wholemeal, madu, dan kismis).

3.1. Pati Garut Termodifikasi

Pati garut termodifikasi yang digunakan dalam proses pembuatan roti manis ini adalah pati garut termodifikasi dengan cara gelatinisasi-retrogradasi dengan satu siklus, setelah dilakukan pengayaan dengan ukuran 60 mesh. Jumlah pati garut termodifikasi yang ditambahkan maksimal 20%, karena apabila penambahannya melebihi 20%, maka dapat berakibat menurunnya daya mengembang roti manis (Damat, dkk 2012).

3.2. Tepung Terigu

- Jenis-jenis tepung terigu terbagi menjadi tiga yaitu :
 1. Terigu protein tinggi (*high protein flour*) mengandung protein 13-14% misalnya tepung terigu merek cakra kembar emas kegunaannya untuk pembuatan roti-roti spesial, merk cakra kembar untuk pembuatan roti dan mie.
 2. Terigu protein sedang (*medium protein flour*) mengandung protein 11,5-13% misalnya tepung terigu merek segitiga biru. Kegunaannya yaitu sangat baik untuk membuat segala produk makanan (*multipurpose*), keperluan rumah tangga, dan kue-kue tradisional.

3. Terigu protein rendah (*low protein flour*) mengandung protein max 11% misalnya tepung terigu merek kunci biru kegunaanya sangat baik untuk membuat segala jenis cake, biskuit atau cookies, dan goreng-gorengan. Tepung terigu merek lencana merah kegunaannya sangat baik untuk membuat goreng-gorengan.

Tabel 1. Komposisi kimia tepung terigu

Komponen	Persentase
Pati (<i>starch</i>)	70%
Air	13%
Protein tidak larut (<i>insoluble protein</i>)	11%
Protein larut (<i>soluble protein</i>)	2%
Gula	2,5%
Lemak	1%
Mineral	0,5%

- Fortifikasi tepung terigu
Tepung terigu difortifikasi dengan zat gizi besi (Fe), zat gizi seng (Zn), Thiamin (Vitamin B1) Riboflavin (Vitamin B2) dan asam folat sesuai ketentuan SNI wajib tepung terigu.
Proses produksi harus memenuhi standar ISO 9001:2000, ISO 2200:2005 dan bersertifikat halal.
- Penyimpanan terigu
 - Simpan di tempat yang sejuk (tidak panas dan tidak pengap)
 - Tidak terkena sinar matahari secara langsung
 - Ruangan harus mempunyai ventilasi udara yang baik
 - Jauhkan dari benda-benda berbau tajam seperti sabun, cat, minyak tanah, dan sebagainya

- Tidak langsung bersentuhan dengan lantai (tanah/semen) tetapi menggunakan alas (sebaiknya dari kayu)
- Ruangan selalu dibersihkan
- Penting menerapkan FIFO (*First In First Out*)

3.3. Air

Dalam pembuatan roti, air berfungsi :

- Melarutkan bahan-bahan kering
- Mengontrol suhu adonan
- Mengontrol kepadatan adonan
- Membantu pembentukan gluten

3.4. RAGI

Dalam pembuatan roti, ragi berfungsi :

- Mengembangkan adonan dari gas CO₂ yang dihasilkan saat ragi dicampur dalam adonan
- Memperlunak gluten dengan asam yang dihasilkan selama proses fermentasi
- Memberi rasa dan aroma pada roti yang dihasilkan

➤ Jenis-jenis ragi

1. Ragi segar/ragi basah (*fresh yeast*)

Penggunaan : diremas-remas, lalu dicampur ke dalam adonan roti

2. Ragi instan (*instan yeast*)

Penggunaan : dicampur ke dalam terigu, aduk bersama bahan lain.

3. Ragi koral (*active dry yeast*)

Penggunaan : dilarutkan dalam air hangat kuku

➤ Perbandingan ragi

Ragi instan : Ragi koral : Ragi basah = 1 : 1,5-2 : 2,5-3

➤ Penyimpanan ragi

1. Ragi basah : simpan di tempat yang dingin pada suhu 1-4°C (tahan sampai 3-4 minggu)

2. Ragi instan : simpan di tempat yang sejuk dan kering, kemasan harus kedap udara (tahan sampai 12 bulan)
3. Ragi koral : simpan di tempat yang sejuk dan kering, kemasan di dalam kaleng (tahan sampai 12 bulan)

GARAM

➤ Garam

Dalam pembuatan roti garam berfungsi :

- Membangkitkan rasa gurih dan lezat
- Menambah kekuatan gluten
- Mengontrol waktu fermentasi

Garam yang baik yaitu garam yang mudah larut dalam air, halus tidak bergumpal, dan bersih

GULA

➤ Gula

Dalam pembuatan roti, gula berfungsi :

- Sebagai sumber energi bagi ragi
- Memberi rasa manis
- Memberi warna kecoklatan
- Melembutkan gluten, sehingga roti lebih empuk
- Menahan keempukan lebih lama
- Memperpanjang umur simpan

Gula yang baik yaitu gula yang bersih, mudah larut dalam air (butiran tidak terlalu kasar). Hal-hal yang perlu diperhatikan dalam penambahan gula dalam pembuatan roti :

- ✓ Pemakaian gula lebih dari 8% akan menghambat fermentasi
- ✓ Penanganannya : semakin banyak gula semakin tinggi pemakaian ragi

SUSU

➤ Susu

Dalam pembuatan roti, susu berfungsi :

- Memperkuat gluten karena kandungan kalsiumnya
- Memperbaiki warna kulit dan rasa pada roti
- Memperkaya nilai gizi

Susu yang umum dipakai dalam pembuatan roti adalah susu bubuk, karena lebih mudah penyimpanannya, tahan lama, dan mampu menambah absorpsi air. Susu bubuk yang tersedia antara lain :

1. Susu skim bubuk, mengandung lemak susu $\pm 1\%$
2. Susu full cream bubuk, mengandung lemak susu $\pm 29\%$ biasanya untuk roti manis

LEMAK

➤ Lemak

Lemak dalam pembuatan roti berfungsi :

- Sebagai pelumas untuk pengembangan sel yang akan memperbaiki tekstur
- Mempermudah pemotongan (*slicing*)
- Memberi kelembutan pada serat roti
- Memperpanjang umur simpan

Macam-macam lemak :

- *Margarine* : 80-90% lemak nabati, 4% air, dan 2-4% garam, *emulsifier*
- *Shortening* : 99% lemak nabati/hewani 1% air
- *Butter* (mentega) : terbuat dari lemak susu 83% lemak susu, 14% air, 3% garam atau mineral lain

➤ Telur

Telur dalam pembuatan roti berfungsi :

- Membuat rasa lebih enak

- Roti lebih empuk
- Memberi warna
- Menambah nilai gizi

BREAD IMPROVER

➤ Bread improver

Bread improver adalah bahan-bahan yang membantu proses pembuatan roti dalam hal produksi gas dan penahan gas.

Komponen *bread improver*

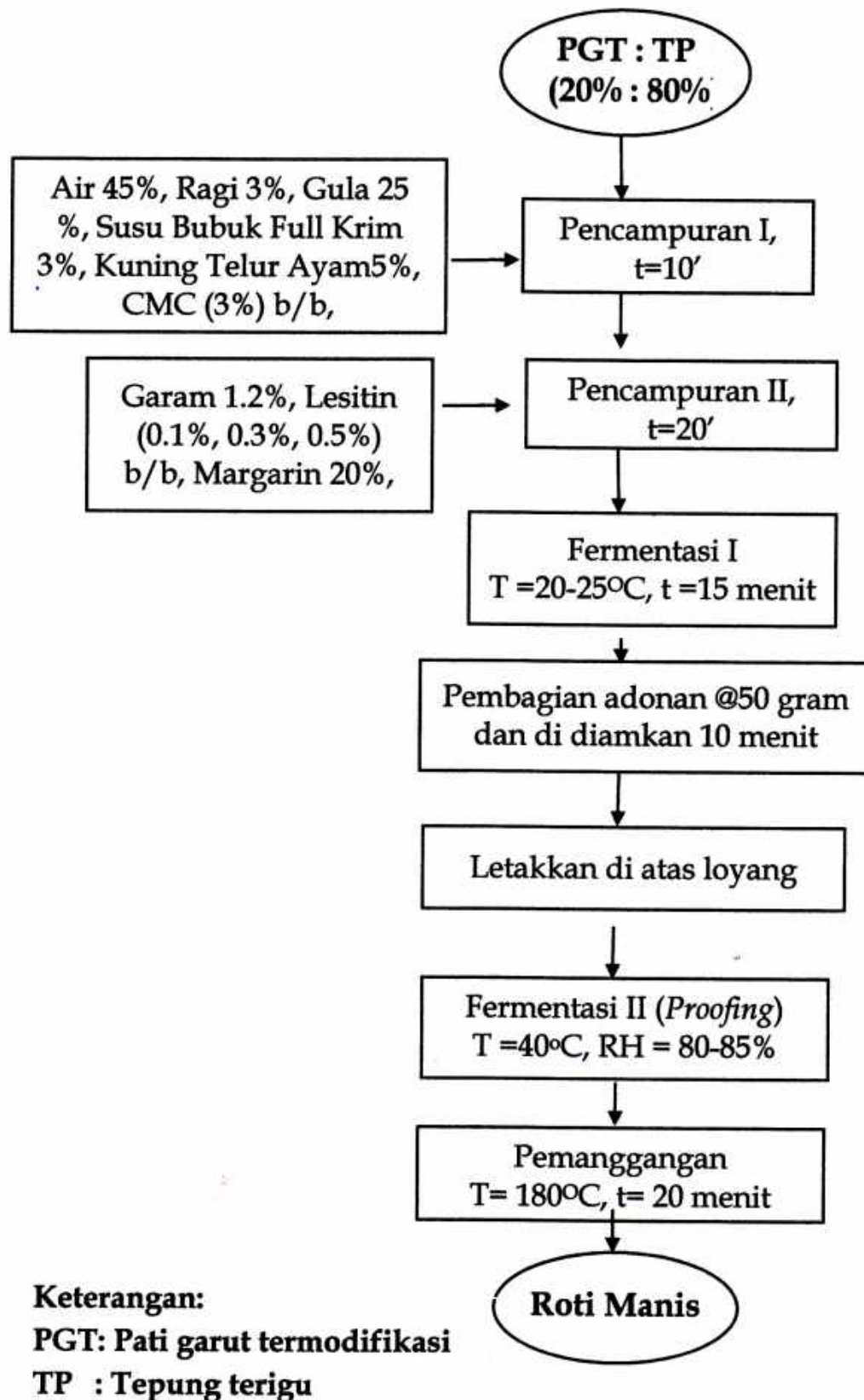
dalam pembuatan roti berfungsi :

- Penguat gluten
- Pelunak gluten
- Zat gizi bagi ragi
- Pelembut remah/*crumb*
- Penyedia makanan untuk ragi

IV. TEKNOLOGI PROSES PEMBUATAN ROTI MANIS

Pembuatan Roti

- Tahapan-tahapan pembuatan roti adalah sebagai berikut :
1. Seleksi bahan-bahan (*Selecting of Ingredients*)
 - Kualitas yang baik
 - Stok tersedia harus cukup
 - Penyimpanan bahan yang benar
 - Pengetahuan sifat-sifat bahan
 2. Penimbangan bahan (*Scalling*)
 - Hindari pemakaian sendok/cangkir untuk menakar
 - Ragi, garam dan semua bahan lain harus ditimbang dengan teliti
 3. Pengadukan (*Mixing*)
 - Tujuannya untuk memastikan semua bahan tercampur dengan merata
 - Memastikan hidrasi yang sempurna dari pati dan protein
 - Untuk pembentukan gluten, pelunakan gluten, dan agar kekuatan adonan untuk menahan gas menjadi lebih baik
 4. Peragian/fermentasi awal (*bulk fermentation/floor time*)
 - Adonan diistirahatkan ± 10 menit



Gambar 2. Diagram Alir Proses Pembuatan Roti Manis

- Pada tahap ini terjadi pemecahan gula oleh ragi menjadi :
 - gas CO_2 → Membuat adonan mengembang
 - alkohol → memberi aroma pada roti
 - asam → memberi rasa dan memperlunak gluten
 - panas → terjadi peningkatan suhu selama proses fermentasi berlangsung

Pada tahap ini akan mulai terjadi pengembangan adonan. Untuk menghindari terjadinya transevolaporasi uap air dari dalam adonan, maka adonan dibungkus dengan plastic sebagai berikut.



Permukaan Adonan
dibuat halus



Adonan ditutup dengan
plastik

Gambar 3. Foto fermentasi awal adonan setelah proses pencampuran bahan

5. Potong/timbang

Tujuan :

- Membagi adonan menurut berat yang dikehendaki
- Proses potong timbang harus dilakukan dalam waktu yang sesingkat mungkin

6. Membulatkan

Tujuan :

- Untuk membentuk lapisan halus dipermukaan adonan, sehingga dapat menahan gas-gas yang dihasilkan
- Untuk memberi bentuk supaya mudah dikerjakan pada tahap berikutnya

7. Fermentasi Lanjutan (*Intermediate proofing*)

Fermentasi lanjutan yaitu emberikan waktu istirahat 5-20 menit pada adonan yang sudah dibulatkan. Tujuannya untuk membuat adonan rileks untuk mempermudah proses berikutnya

8. Pembuangan gas (*Roll/degassing*)

Tujuan :

- Untuk mengeluarkan semua gas di dalam adonan
- Untuk membentuk lembaran adonan dengan tebal yang dikehendaki



Permukaan potongan roti karena degasing dilakukan dengan baik



Permukaan potongan roti karena degasing dilakukan dengan kurang baik

Gambar 4. Potongan melintang roti manis

9. Pembentukan adonan

Pembentukan adonan yaitu membuat bentuk-bentuk roti yang sesuai dengan produk yang akan dihasilkan

10. Memasukkan dalam cetakan

- Letakkan adonan yang telah dibentuk dengan baik di dalam cetakan/loyang yang telah diolesi lemak/minyak
- Ujung/sambungan adonan diletakkan di bagian bawah
- Pastikan jarak antar adonan cukup (tidak terlalu dekat tetapi tidak terlalu jauh satu sama lain)
- Olesi bagian atas adonan dengan bahan olesan

11. Fermentasi Akhir (*Final proofing*)

- Tujuannya untuk mengembangkan adonan agar mencapai bentuk dan mutu yang baik
- Sebaiknya ruangan *proofing* diatur kehangatan dan kelembabannya agar lebih stabil (temperatur *proofing* 35-40°C, kelembaban relatif 80-85%, waktu *proofing* tergantung produk)

12. Pembakaran (*baking*)

- Pastikan suhu oven diatursesuai jenis produk yang akan dibakar
- Suhu dan lamanya pembakaran dipengaruhi oleh jenis oven, ukuran loyang, dan jenis produk yang dibuat

13. Mengeluarkan dari cetakan

Segera keluarkan roti dari cetakan setelah keluar dari oven

14. Pendinginan

- Dinginkan roti yang telah dikeluarkan dari cetakan pada suhu ruang \pm 45-70 menit
- Sebaiknya roti diletakkan pada rak kawat sehingga panas dapat keluar dari segala arah
- Jika ingin dipotong/diiris, suhu roti sebaiknya 32°C

15. Pembungkusan (*packaging*)

Tujuan :

- Untuk mencegah tercemarnya roti dengan jamur yang tidak dikehendaki

- Untuk menghindari pengerasan kulit akibat menguapkan kandungan air
- Disarankan untuk tidak membungkus roti yang masih hangat agar tidak cepat berjamur

Proses pembuatan roti manis diawali dengan mencampurkan semua bahan kecuali garam dan margarin diaduk dengan dough mixer dengan kecepatan rendah selama ± 10 menit, kemudian sisa bahan dimasukkan dan diaduk dengan kecepatan tinggi selama ± 20 menit atau sampai menjadi kalis. Adonan diistirahatkan selama 15 menit pada suhu $\pm 20-25$ menit dengan ditutup kain dingin kemudian dibuang gasnya dengan cara ditekan. Setelah itu, adonan dibagi-bagi dengan berat 50 gram, lalu dibulat-bulatkan, diistirahatkan 10 menit di atas meja.

Adonan yang telah diistirahatkan dilanjutkan dengan ditekan dan dibulat-bulatkan lagi, dan kemudian disusun di loyang yang telah disemir dengan mentega. Mendiamkan adonan hingga mengembang dalam ruang tertutup tetapi lembab (proofing, suhu 40°C dan RH 80-85%), selama 40 menit. selanjutnya di oven pada suhu 180°C selama ± 20 menit sampai warna roti kuning kecoklatan.



Gambar 5. Adonan roti tawar yang baru dikeluarkan dari prover dan siap untuk dilakukan pembakaran



Gambar 6. Roti tawar yang baru dikeluarkan dari oven



Gambar 7. Adonan roti manis yang baru dikeluarkan dari prover dan siap untuk dilakukan pembakaran



Gambar 8. Roti manis yang baru dikeluarkan dari oven



Gambar 9. Roti manis dan donat

V. PERHITUNGAN KEBUTUHAN BAHAN

Sebelum memulai melakukan pembuatan roti, langkah pertama yang harus dilakukan adalah mencari resep yang akan digunakan. Setelah resep didapat, maka perlu dilakukan perhitungan bahan, bahan kebutuhan bahan utama maupun bahan pembantu. Berbeda dengan cara menghitung bahan untuk produk lain, di dalam proses pembuatan roti, yang dipergunakan sebagai dasar perhitungan adalah bahwa total utama (tepung terigu dan jenis tepung lainnya) akan selalu dibuat sama dengan 100%, sehingga total persen formula akan selalu bernilai lebih dari 100%. Adapun dasar perhitungannya adalah sebagai berikut;

Baker's Persen

Total tepung terigu dan bahan utama lainnya = 100%
--

Ingredients	True %	Baker's %
Tepung terigu	55,558%	100,00%
Air	35,000%	63,00%
Ragi	1,380%	2,50%
Mineral Yeast Foof	0,280%	0,50%
Garam	1,115%	2,00%
Gula	2,222%	4,00%
Shortening	2,222%	4,00%
Susu skim	2,222%	4,00%
TOTAL FORMULA	100%	180%

Tepung terigu dan jenis tepung atau pati lainnya merupakan bahan utama dalam produk roti, *cake*, *pastry*, *cookies*. *Baker* dapat menyesuaikan volume resep tanpa mengubah

persentasi tiap bahan. Hal ini mengurangi pekerjaan untuk menghitung ulang formulasi resep.

Tahap berikutnya yang harus dihitung adalah berapa banyak roti yang akan dibuat, dan berapa berat adonan dari masing-masing roti. Dengan mengetahui formula yang akan digunakan, mengetahui jumlah roti yang akan dibuat dan mengetahui berat adonan per roti, maka akan dapat dihitung kebutuhan bahan.

Kalkulasi Berat Tepung

A. Mengubah formula dalam % menjadi gram

$$\frac{\% \text{ bahan}}{100} \times \text{Berat Tepung} = \text{Berat Bahan}$$

Contoh A : berat tepung terigu 150 g

Bahan	%	Kalkulasi
Terigu	100	$(100/100) \times 150 \text{ g}$
Air	63	$(63/100) \times 150 \text{ g}$
Ragi	2	$(2/100) \times 150 \text{ g}$
Garam	1,5	$(1,5/100) \times 150 \text{ g}$
Gula	4	$(4/100) \times 150 \text{ g}$
Shortening	4	$(4/100) \times 150 \text{ g}$
Susu skim	3	$(3/100) \times 150 \text{ g}$

B. Mengubah formula dalam gram menjadi %

1. Hitung total % formula dengan cara menjumlahkan semua % bahan-bahan
2. Tentukan berat adonan yang dibutuhkan dengan cara mengalikan jumlah roti yang akan dibuat dengan berat satu potong adonan

3. Kalikan berat adonan dengan 100, kemudian dibagi dengan total % formula.

Menghitung berat tepung yang dibutuhkan :

$$\text{Berat tepung} = \frac{100}{\text{total \% formula}} \times \text{berat adonan}$$

Contoh :

Anda mendapat pesanan 50 buah roti tawar dengan berat adonan 500 gram untuk 1 loyang roti tawar. Hitung berat tepung terigu yang diperlukan!

Resep Roti Tawar

Bahan	%	Gram
Tepung terigu	100	?
air	65	
ragi instan	1	
garam	2	
gula	5	
Shortening	4	
Susu skim	3	
Improver	0,3	
TOTAL FORMULA	179,3	

Penyelesaian :

$$\begin{aligned}
 \text{Berat adonan} &= \text{jumlah roti} \times \text{berat potongan adonan} \\
 &= 50 \times 500 \\
 &= 25.000 \text{ gram}
 \end{aligned}$$

Maka berat tepung yang dibutuhkan adalah :

$$\begin{aligned}\text{Berat tepung} &= \frac{100}{\text{total \% formula}} \times \text{berat adonan} \\ &= \frac{100}{179,3} \times 25.000 \\ &= 13,943 \text{ gram}\end{aligned}$$

Latihan Soal :

1. Hitung berapa gram kebutuhan bahan bila diketahui resep roti tawar sebagai berikut, jumlah tepung terigu yang tersedia 5 kg. Jadi berapa piece roti tawar @500 gram

Resep Roti Tawar

Bahan	%	Gram
Tepung terigu	100	
air	65	
ragi instan	1	
garam	2	
gula	5	
Shortening	4	
Susu skim	3	
Improver	0,3	
TOTAL FORMULA	179,3	

2. Anda mendapatkan pesanan 250 potong roti manis, @60 gram adonan per potong. Bila diketahui komposisi roti sebagai berikut, hitung berapa gram kebutuhan bahan yang diperlukan?

Bahan	%
Terigu Cakra Kembar	80
Terigu Segitiga Biru	20
Ragi instan	2,2
Air	45
Gula	22
Garam	1,5
Susu skim	6
Margarin	18
<i>Bread Improver</i>	0,5
Kuning telur	3
Telur utuh	10
TOTAL FORMULA	208,2

Beberapa Masalah Umum dalam Produksi Roti

1. Kulit roti tebal dan cepat kering

Kemungkinan penyebab :

- Adonan mengering selama proses fermentasi akhir
- Suhu pemanggangan terlalu rendah
- Waktu pemanggangan terlalu lama sehingga kadar air dalam adonan terlalu banyak menguap

Cara mengatasi :

- Tutup adonan dengan plastik saat proses fermentasi akhir
- Pastikan suhu oven diatur sesuai dengan anjuran pada resep
- Pastikan waktu pemanggangan sesuai anjuran resep

2. Roti yang dihasilkan cepat berjamur

Kemungkinan penyebab :

- Roti dibungkus dalam keadaan masih panas

- b. Tempat produksi dan peralatan yang digunakan kurang higienis/bersih
- c. Produk tercemar oleh bahan/produk lain yang berjamur disekitar tempat produksi

Cara mengatasi :

- a. Bungkus roti dalam keadaan sudah dingin
- b. Bersihkan selalu tempat produksi dan peralatan sebelum dan setelah selesai digunakan.
- c. Periksa dan pastikan tidak ada bahan produk yang berjamur disekitar tempat produksi.

3. Kerangka roti kurang kokoh dan berpinggang

Kemungkinan penyebab :

- a. Kandungan gluten dalam tepung terlalu lemah
- b. Waktu pemanggangan roti kurang lama
- c. Suhu pemanggangan terlalu tinggi
- d. Komposisi bahan mengandung cairan terlalu banyak dalam resep (air, susu cair, telur, gula, lemak)
- e. Protein tepung kurang tinggi

Cara mengatasi :

- a. Tambahkan bread improver atau bahan penguat gluten secukupnya
- b. Pastikan waktu pemanggangan sesuai anjuran pada resep
- c. Pastikan suhu oven diatur sesuai anjuran pada resep
- d. Kaji resep yang digunakan dan perhatikan penggunaan bahan yang banyak mengandung cairan tersebut
- e. Gunakan tepung berprotein tinggi (Cakra Kembar/Cakra Kembar Mas.

4. Roti yang dihasilkan permukaannya datar (flat)

Kemungkinan penyebab :

1. Adonan terlalu banyak mengandung cairan (susu cair, air, telur, gula, dan lemak)
2. Gluten dalam tepung terigu terlalu lemah

Cara mengatasi :

1. Teliti kembali komposisi resep yang digunakan dan kurangi pemakaian bahan yang terlalu banyak mengandung air
2. Tambahkan bahan penguat gluten atau bread improver dalam resep yang digunakan

5. Terdapat sobekan di sisi samping roti

Kemungkinan penyebab :

- a. Jarak antar adonan terlalu dekat satu sama lain
- b. Adonan di-roll terlalu tipis/kurang tebal sehingga adonan sobek saat dikembangkan/dipanggang
- c. Suhu temperatur oven kurang tinggi
- d. Adonan lengket di loyang yang digunakan

Cara mengatasi :

- a. Atur jarak yang cukup antar roti dengan roti yang lain agar panas bisa sampai ke bagian samping roti yang dipanggang
- b. Jangan roll adonan terlalu tipis, yang penting rata dan gas bisa terbuang dengan baik
- c. Atur suhu oven sesuai anjuran pada resep
- d. Sebelum diletakkan di loyang, olesi loyang secara merata dengan bahan pemoles loyang yang disarankan.

6. Donut yang dihasilkan terlalu menyerap minyak

Kemungkinan penyebab :

- a. Temperatur minyak penggorengan terlalu rendah

- b. Waktu fermentasi adonan donat sebelum digoreng terlalu lama
- c. Kelembaban ruangan fermentasi terlalu tinggi
- d. Terlalu sering dibolak-balik saat donut digoreng

Cara mengatasi :

- a. Naikkan temperatur minyak penggorengan
- b. Pastikan waktu fermentasi pas. Cek terlebih dahulu untuk mengetahui apakah adonan sudah siap digoreng. Ciri adonan siap digoreng ada lingkaran putih disekeliling donut setelah donut matang
- c. Turunkan suhu ruangan fermentasi agar donut cepat berkembang
- d. Saat penggorengan donut cukup dibalik 2 kali, lalu angkat dan tiriskan

VII. PENUTUP

Di dalam proses pembuatan roti manis, substitusi pati garut hanya dapat dilakukan maksimal 20%. Bila substitusi lebih dari 20% biasanya daya mengembang roti manis cukup rendah. Disamping ditentukan oleh kualitas bahan utama, kualitas roti yang dihasilkan juga sangat dipengaruhi oleh jenis bahan tambahan, proses pencampuran bahan (mixing), dan proses fermentasi. Untuk menjaga kualitas produk, proses pengemasan harus menjadi perhatian untuk menghindari roti menjadi cepat berjamur.

Daftar Pustaka

- Bao, J., J. Xing, D.L. Phillips and H. Corke. 2003. Physical properties of actenyl succinic anhidrida modified rice, wheat and potato starches. *J. Agric. Food Chem.* 51: 2283-2287.
- Bentancur, A.D., G.L. Chel and H.E. Canixares. 1997. Acetylation and characterization of *Canavalia ensiformis* starch. *J. Agric. Food Chem.* 45: 378-382
- Cereda, M.P., O. Vilpoux, and I.M. Demiate. 2003. Modified starch. *Di dalam* Book 3- Technology, use and potentialities of Latin American starchy tubers. CPC International, Milho, Brasil.
- Clark, J. 2002. Factors influencing rate of reaction. <http://www.chemguide.co.uk/physical/basicrates/arrhenius.html#top>
- Cummings, J.H. and Bingham, S.A., 1987. Dietary fibre, fermentation and large bowel cancer. *Cancer Surveys* 6: 601-621.
- Damat** dan R.F. Maharani. 2008. Karakteristik cake dari pati-garut butirat. *Jurnal Penelitian Pertanian TROPIKA* Vol. 16, No. 1: 74-80.
- Damat**, Haryadi., Y. Marsono dan M,N, Cahyanto. 2008. Efek hipokolesterolemik dan hipoglikemik pati-garut butirat pada tikus *Sprague Dawley*. *Majalah Farmasi Indonesia (MFI)*, Fakultas Farmasi, UGM. *Jurnal Terakreditasi*, Vol. 19 Nomor 3, 2008.
- Damat**. 2012. Hypolipidemic effects of cake from butyrylated arrowroot starch. *ARPN Journal of Science and Technology*. Vol. 2, No. 10, Nov 2012
- Haryadi dan K.R. Kuswanto. 1997. Some characteristics of oil palm and sago starch acetates. *Agritech* Vo. 17, No. 2 Tahun 1997 : 11 – 14.
- Lawal, O.S. 2004. Composition, physicochemical properties and retrogradation characteristic of native, oxidised, acetylated

and acid-thinned new cocoyam (*Xanthosoma sagittifolium*) starch. Food Chemistry 87: 205-218.

Rukmana, R. 2000. Garut, Budidaya dan Pasca Panen. Penerbit Kanisius, Yogyakarta.

Sajilata, M.G., R.S. Singhal, and P.R. Kulkarni. 2006. *Resistant starch-A review*. Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety 5: 1-17

Sugiyono, Pratiwi, R. dan Faridah, D.N. 2009). *Arrowfoot (Marantha arundinacea) Starch Modification Through Autoclaving-Cooling Cycling Treatment to Produce Resistant Starch Type III*. Jurnal Teknologi dan Industri Pangan, Vol. XX No.1

Xu, Y., V. Miladinove and. M.A. Hanna. 2004. Synthesis and characterization of starch acetates with high substitution. Cereal Chem. 81(6):735-740.